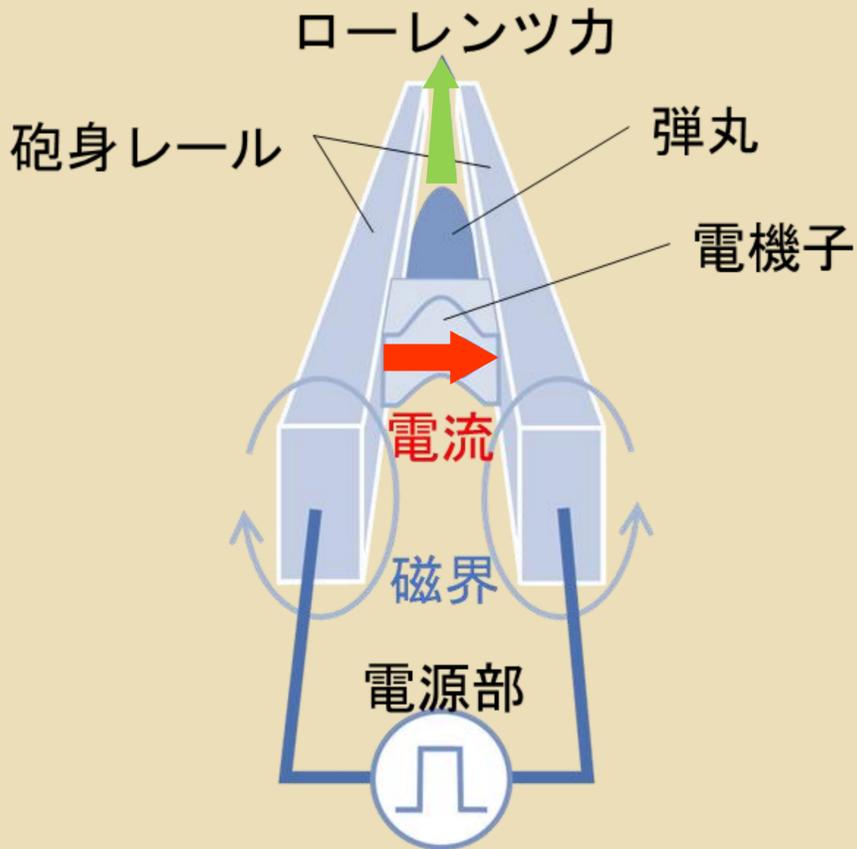
極超音速レールガンの電源小型化を目指して　（1/4）
～パルスパワー技術を大募集～

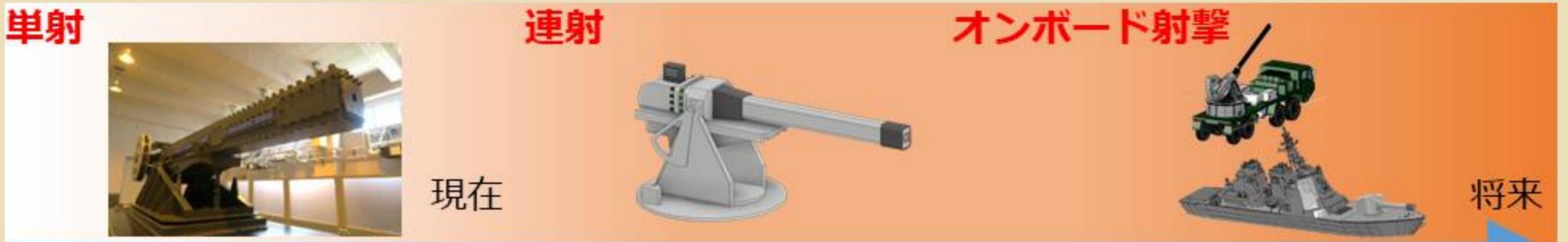
防衛装備庁 陸上装備研究所 弾道技術研究部 火力・防護力評価研究室

■ レールガン(RG)とは

電気エネルギーを利用して弾丸を発射する将来砲

1. **極超音速で弾丸を発射**
   →従来火砲に比べて威力・射程が増大
2. **電気エネルギーで加速**
   →威力可変・発射薬を使わず安全
3. **小型弾丸かつ極超音速**
   →探知・迎撃されにくい

■ RG電源の小型化

単射　連射　オンボード射撃

現在　将来

充電部
(20ftコンテナ1台)

パルス電源部
(20ftコンテナ3台/5MJ)

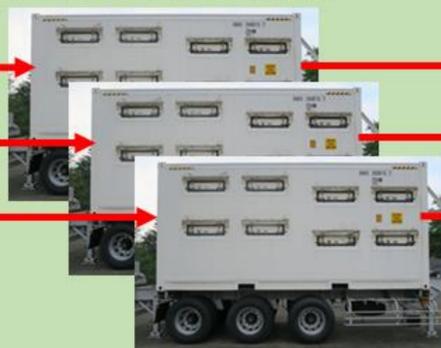
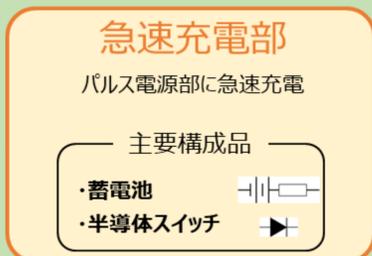
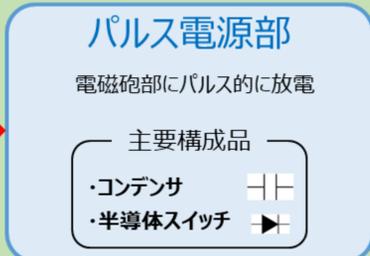
充電エネルギー：5MJ
充電電圧：8.5kV

急速充電部
パルス電源部に急速充電
主要構成品
・蓄電池
・半導体スイッチ

秒で急速充電

パルス電源部
電磁砲部にパルス的に放電
主要構成品
・コンデンサ
・半導体スイッチ

ミリ秒で放電

電磁砲部

レールガン電源における課題

●搭載性
　⇒小型化

●連射の実践的な運用
　⇒急速充電化

極超音速レールガンの電源小型化を目指して　(2/4)
～パルスパワー技術を大募集～

防衛装備庁 陸上装備研究所 弾道技術研究部 火力・防護力評価研究室

■ 民生先進技術の育成及び活用への取り組み

民間企業等が有する優れた先進技術を育成・活用

安全保障技術研究推進制度

防衛分野での将来における研究開発に資することを期待し、先進的な基礎研究を公募・委託により実施する

先進技術の橋渡し研究

民生分野で急速に進展する技術や安全保障技術研究推進制度等で得られた基礎研究の成果の中から有望な先進技術を発掘・育成し装備品の研究開発に適用する

ゲーム・チェンジャー※の早期実用化に資する取組

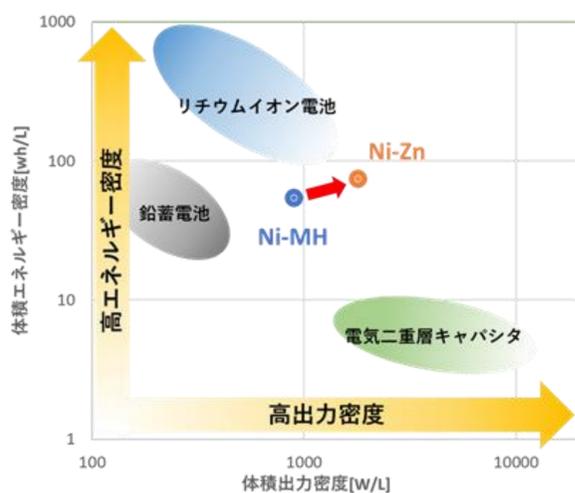
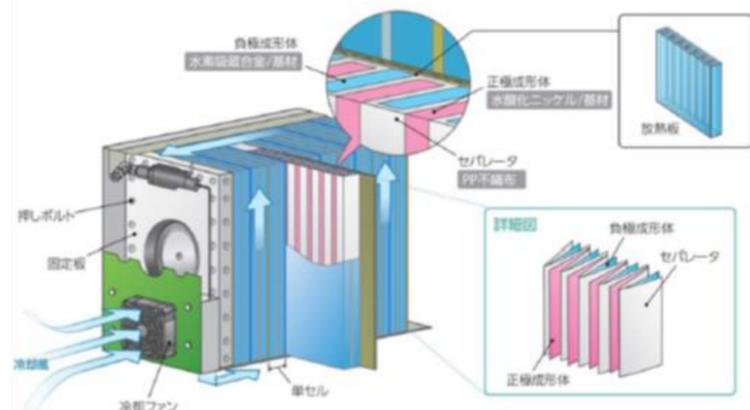
ゲーム・チェンジャーの早期実用化に向け、関連周辺技術の研究を民間企業に委託し、効率的かつ短期間での技術確立を図る

※戦闘様相を一変させる可能性を持つ革新的な技術

■ 先進技術活用検討

➢ 活用検討中の先進技術（蓄電池、半導体スイッチ、コンデンサ）

高エネルギー密度・高出力畜電池の研究

- ✓ 連射等の運用には安定した大容量・大出力の電池が必要
- ✓ エネルギー密度と出力の両方に優れたニッケル亜鉛（Ni-Zn)の使用を検討
- ✓ 高出力密度化により**蓄電池の容積を削減**可能な見込み

新規材料（NI-Zn)蓄電池の性能

蓄電池構造イメージ [1]

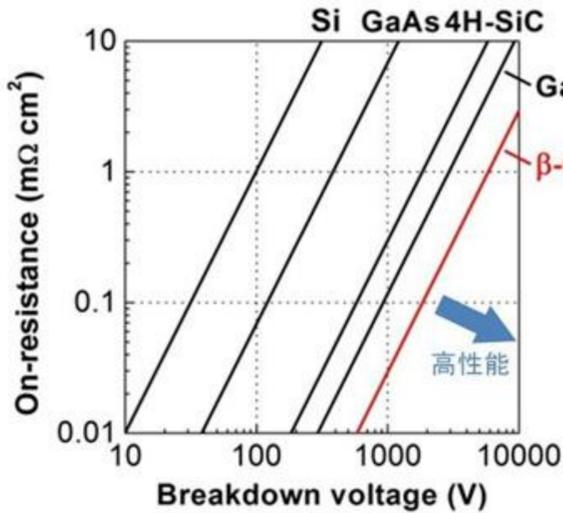
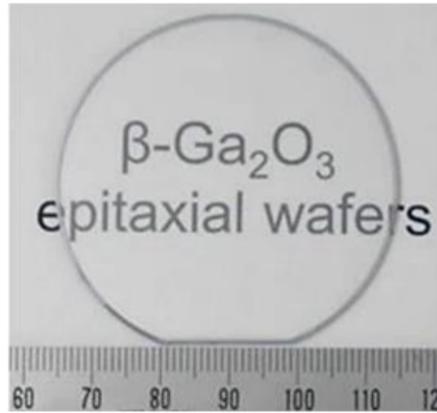
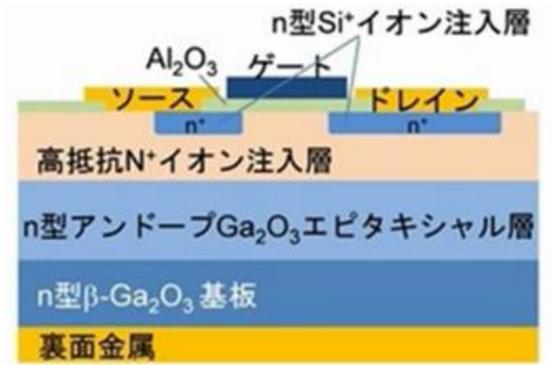
高出力密度が期待される材料により、RG用蓄電池の大容量・大出力化を目指す

[1]カワサキモータース株式会社.「ギガセル　構造」. https://www.global-kawasaki-motors.com/jp/model/gigacell/pdf/catalog_JPN_240628.pdf,　(参照2024.09.20)

極超音速レールガンの電源小型化を目指して　(3/4)
～パルスパワー技術を大募集～

防衛装備庁 陸上装備研究所 弾道技術研究部 火力・防護力評価研究室

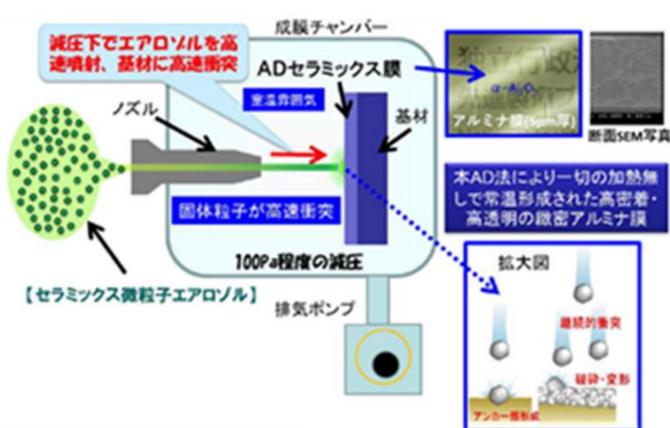
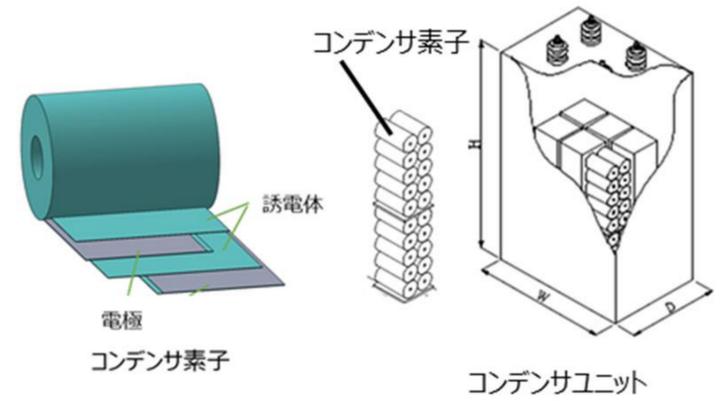
新材料を用いた次世代パワー半導体素子の研究

- ✓RG電源で扱う大電流・高電圧制御には**スイッチング用パワー半導体素子**が多数必要であり、電源の小型化には素子の数量削減が重要
- ✓ 高い耐電圧性能を持つ次世代パワー半導体(酸化ガリウム) 素子の適用を検討
- ✓従来よりも**少数のパワー半導体素子で高電圧制御**が可能な見込み

半導体材料性能 [2]

酸化ガリウムウエハ [3]

デバイス構造イメージ

次世代パワー半導体デバイスで半導体の数を削減し、小型化を目指す

[2]株式会社ノベルクリスタルテクノロジー. 「酸化ガリウムとは」. https://www.novelcrystal.co.jp/about/, (参照2024.09.20)
[3]株式会社ノベルクリスタルテクノロジー. 「Start mass production of Φ2 inch gallium oxide epitaxial wafer」. https://www.novelcrystal.co.jp/eng/2017/58/, (参照2024.09.20)

新方式(エアロゾルデポジション法)によるフィルムコンデンサの研究

- ✓ 電源の小型化には**コンデンサ素子のエネルギー密度向上**が必要
- ✓ **従来では不可能なレベルのセラミック薄膜を製造**可能とする新方式の適用を検討
- ✓ 高い誘電率を持つセラミックのフィルムが採用により**数倍のエネルギー密度を達成可能**な見込み

エアロゾルデポジション法

高誘電率セラミック材料を用いてRG用電源コンデンサの小型化を目指す

極超音速レールガンの電源小型化を目指して　(4/4)
～パルスパワー技術を大募集～

防衛装備庁 陸上装備研究所 弾道技術研究部 火力・防護力評価研究室

■ 民生技術活用による電源小型化の目標

高エネルギー密度・
高出力蓄電池の研究

新材料を用いた次世代
パワー半導体素子の研究

新方式によるフィルム
コンデンサの研究

反映

反映

容積

1/2小型化

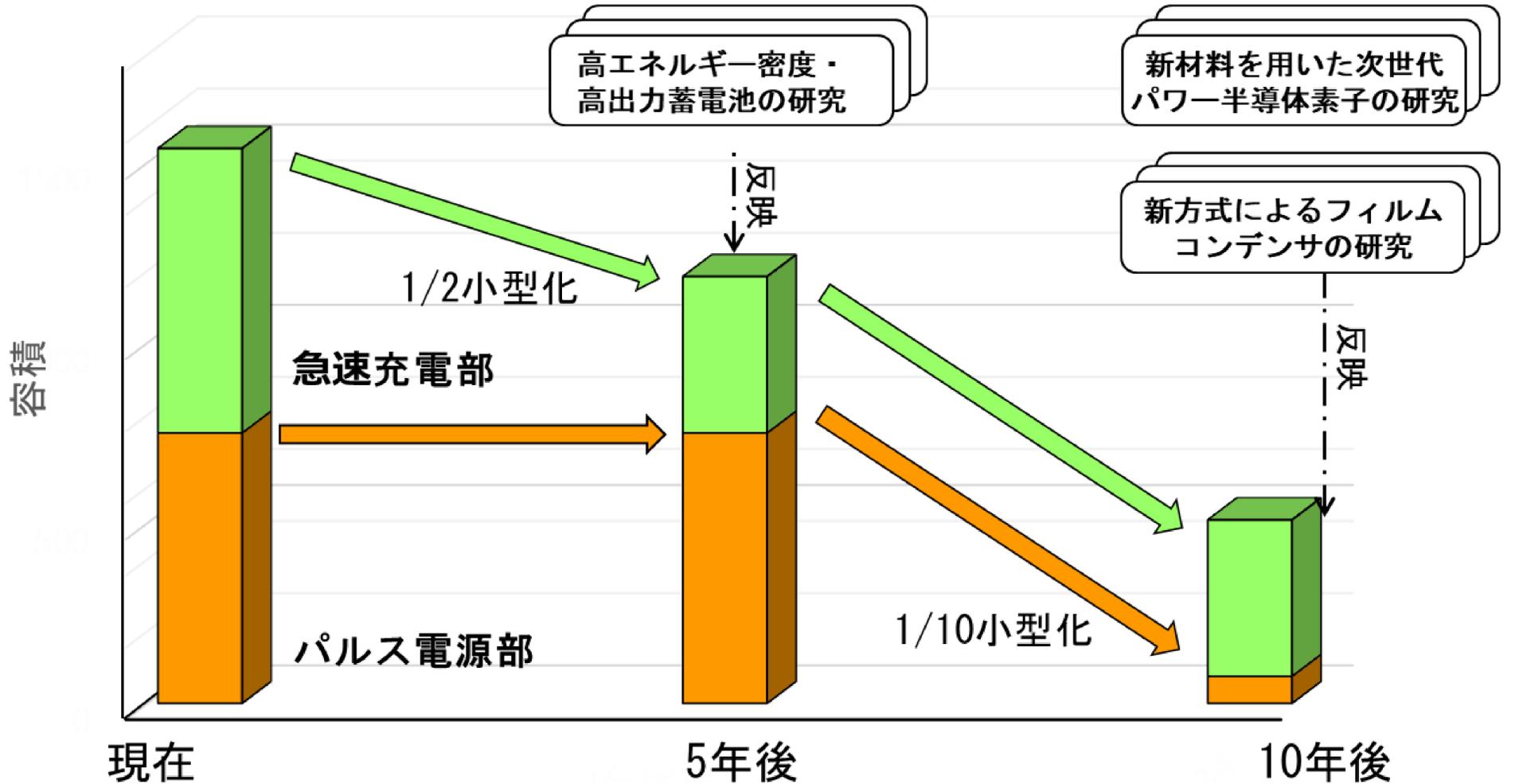
急速充電部

パルス電源部

1/10小型化

現在

5年後

10年後

■ まとめ

- レールガンの将来の運用(連射、オンボード射撃)の実現のためには電源小型化が必要であり、電源に対して小型・高性能化と高電力制御技術の確立が課題となる。
- 電源小型化への課題解決に向け電源の主要構成品である蓄電池・半導体スイッチ・コンデンサに対して、民生先進技術の育成及び活用の検討を進めている。